

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-100201

(43)公開日 平成5年(1993)4月23日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/13	5 0 5	8806-2K		
1/1343		9018-2K		

審査請求 未請求 請求項の数6(全7頁)

(21)出願番号 特願平3-262021

(22)出願日 平成3年(1991)10月9日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 横山 修

長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコー

エプソン株式会社内

(72)発明者 坂田 秀文

長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコー

エプソン株式会社内

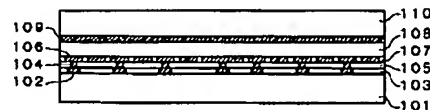
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 可変焦点レンズ

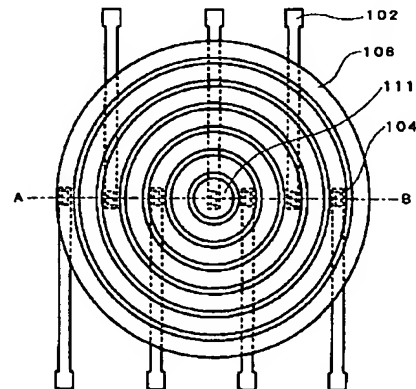
(57)【要約】

【構成】 液晶108が共通電極109と輪帯状電極106に挟持されている。電極引き出し線102は接続部104を介して輪帯状電極106に接続されている。輪帯状電極106と電極引き出し線102は異なる面内に形成されている。輪帯状電極106に印加する電圧を制御して入射光に対する液晶の屈折率分布を形成し、所望の焦点距離を得るための位相分布を作り出す。

【効果】 輪帯状電極に欠落がないので、良好な結像特性を持つフレネルレンズ型可変焦点レンズが構成できる。



(a)



(b)

101, 110 ガラス基板
102 電極引き出し線
104 接続部
106 輪帯状電極
108 液晶
109 共通電極
103, 105, 107 透明絶縁膜

【特許請求の範囲】

【請求項1】 屈折率可変材料が輪帯状電極と対向電極とに挟持されている可変焦点レンズにおいて、前記輪帯状電極の電極引き出し線が前記輪帯状電極とは異なる面内にあることを特徴とする可変焦点レンズ。

【請求項2】 電極引き出し線と、該電極引き出し線と輪帯状電極とを接続する接続部と、前記輪帯状電極とが順次積層され、各層において導体間を該導体と同じ厚みの透明絶縁膜で埋めたことを特徴とする請求項1記載の可変焦点レンズ。

【請求項3】 屈折率可変材料が液晶であることを特徴とする請求項1記載の可変焦点レンズ。

【請求項4】 最内周の電極以外の輪帯状電極の幅が等しいことを特徴とする請求項1記載の可変焦点レンズ。

【請求項5】 隣合う複数の輪帯状電極にステップ状に電圧を印加することを特徴とする請求項1記載の可変焦点レンズ。

【請求項6】 輪帯状電極が楕円状のパターンを有することを特徴とする請求項1記載の可変焦点レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、焦点距離を電氣的に変えられるレンズの構造に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の可変焦点レンズの例としては、特開昭63-249125に記載されているように、液晶を用いてフレネルゾーンプレートを構成する方法が考えられていた。そこに記載されている電極パターンは図5に示す様になっており、電極パターン501の一部を除去して電極引き出し線502を設けるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、フレネルゾーンプレートにおける輪帯状の電極パターンの一部の欠落は、結像特性を劣化させる、という問題点があった。

【0004】本発明はこの様な問題を解決するものであり、その目的とするところは、欠落のない輪帯状電極から成り、良好な結像特性をもつ可変焦点レンズを提供するところにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の可変焦点レンズは、屈折率可変材料が輪帯状電極と対向電極とに挟持されている可変焦点レンズにおいて、前記輪帯状電極の電極引き出し線が前記輪帯状電極とは異なる面内にあることを特徴とする。

【0006】本発明の第2の可変焦点レンズは、前記第1の可変焦点レンズにおいて、電極引き出し線と、該電極引き出し線と輪帯状電極とを接続する接続部と、前記輪帯状電極とが順次積層され、各層において導体間を該

導体と同じ厚みの透明絶縁膜で埋めたことを特徴とする。

【0007】本発明の第3の可変焦点レンズは、前記第1の可変焦点レンズにおいて、屈折率可変材料が液晶であることを特徴とする。

【0008】本発明の第4の可変焦点レンズは、前記第1の可変焦点レンズにおいて、最内周の電極以外の輪帯状電極の幅が等しいことを特徴とする。

【0009】本発明の第5の可変焦点レンズは、前記第1の可変焦点レンズにおいて、隣合う複数の輪帯状電極にステップ状に電圧を印加することを特徴とする。

【0010】本発明の第6の可変焦点レンズは、前記第1の可変焦点レンズにおいて、輪帯状電極が楕円状のパターンを有することを特徴とする。

【0011】

【作用】位相の周期構造によってレンズ作用を持つフレネルレンズでは、焦点距離は位相の周期構造のパターンによって決まる。逆に言えば、位相の周期構造のパターンを変えることによって焦点距離を変えることができる。どれだけ細かく位相の周期構造を変えてやれば良いかということから決まる細さの輪帯状電極を用意しておき、この電極に印加する電圧によって液晶の配向を変え、入射光に対する液晶の屈折率を変えてやることによって位相を変化させる。所望の焦点距離に対応する位相の周期構造のパターンに合う輪帯状電極を選択して電圧を印加することによって所望の焦点距離を得ることができる。

【0012】

【実施例】

（実施例1）図1は本発明の可変焦点レンズの構成を示す図である。図1(a)は断面図であり、図1(b)は電極だけを抜き出して描いた平面図である。図1(a)は図1(b)のA-B断面を示している。見やすくするために図の電極数は実際より少なく描いてある。

【0013】透明な基板であるガラス基板101上に、電極引き出し線102が形成される。電極引き出し線102は透明導電膜から成る。電極引き出し線102のパターン以外の部分には、電極引き出し線102と同じ厚みを持つ透明絶縁膜103が形成される。続いて、電極引き出し線102と輪帯状電極106を接続するための接続部104が形成される。接続部104は透明導電膜から成る。接続部104のパターン以外の部分には、接続部104と同じ厚みを持つ透明絶縁膜105が形成される。

【0014】さらに、液晶108の屈折率を制御してフレネルレンズを形成するための輪帯状電極106が形成される。輪帯状電極106は透明導電膜から成る。輪帯状電極106のパターン以外の部分には、輪帯状電極106と同じ厚みを持つ透明絶縁膜107が形成される。

【0015】電極引き出し線102、接続部104、及

び輪帯状電極106を構成する透明導電膜としては酸化インジウムと酸化錫とから成るITOを用いることができる。

【0016】また、透明導電膜のパターン以外の部分を埋める透明絶縁膜103、105、107としては、透明導電膜との屈折率差による不要な回折を防ぐために、透明導電膜の屈折率と同じ屈折率を持つ材料を用いるのが最適であるが、現実的には電極引き出し線の屈折率になるべく近い屈折率を持つ材料を使うことになる。例えば酸化セリウム(CeO_2)、酸化ケイ素(SiO)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)などである。

【0017】液晶108はガラス基板110に形成されている透明導電膜から成る共通電極109と、輪帯状電極106および透明絶縁膜107の間に封入されている。

$$R_m = (2m\lambda f + (m\lambda)^2)^{1/2} \quad \dots (1)$$

ここで、 m は整数、 λ は波長、 f は焦点距離である。つまり、レンズの焦点距離 f が決まるとゾーンの位置が決まる。従って、所望の焦点距離を実現する R_m を計算し、そのパターンに対応した輪帯状電極を選択して電圧を印加し、入射光に対する液晶の屈折率を変えて所望の位相分布をつければ、所望の焦点距離が実現できる。この場合、一つのゾーン内の位相を0から -2π まで連続的に変化させるのが望ましいが、離散的な輪帯状電極によって液晶の屈折率を変えるので、位相変化も離散的になる。従って、できるだけ理想的な位相分布に近づける。

$$R_{mb} = (2m_b\lambda f_b + (m_b\lambda)^2)^{1/2} \quad \dots (2-1)$$

$$R_{mb+1} = (2(m_b+1)\lambda f_b + ((m_b+1)\lambda)^2)^{1/2} \quad \dots (2-2)$$

である。この R_{mb} と R_{mb+1} の間で位相を0から -2π まで変えるために、輪帯状電極 E_{mb1} と E_{mb2} の間の電極に電圧をステップ状に印加する。ステップの大きさは等しくても良い、すなわち、電極 E_{mb1} から E_{mb2} までの間で電圧が直線的に変化しても良いが、図2(a)に示されている位相分布に近づけるようにステップの大きさを電極ごとに変化させる方が望ましい。

【0022】一方、図2(c)には焦点距離 f_c (≠ ★

$$R_{mc} = (2m_c\lambda f_c + (m_c\lambda)^2)^{1/2} \quad \dots (3-1)$$

$$R_{mc+1} = (2(m_c+1)\lambda f_c + ((m_c+1)\lambda)^2)^{1/2} \quad \dots (3-2)$$

である。この R_{mc} と R_{mc+1} の間で位相を0から -2π まで変えるために、輪帯状電極 E_{mc1} と E_{mc2} の間の電極に電圧をステップ状に印加する。

【0024】以上のようにして、適当な輪帯状電極を選択して電圧を印加し、入射光に対する液晶の屈折率を変えて必要な位相分布を作り出すことによって焦点距離を変えることができる。

【0025】輪帯状電極106一本一本の幅は、位相分布の変化に対応できる程度に細くなければならず、レンズ全面にわたって必要な分解能程度の幅で等しいことが望ましい。ただし、最内周の輪帯の大きさはある程度の☆50

＊る。

【0018】本実施例における可変焦点レンズは、位相の周期構造によってレンズ作用を持つフレネルレンズであり、その中でもブレース型フレネルレンズと呼ばれているものである。図2を用いて本実施例における可変焦点レンズの動作を説明する。軸対称のプラスレンズの位相分布を図2(a)に示す。横軸はレンズの半径 R を表しており、縦軸は位相を表している。レンズの中心 O からレンズ外周に向かって位相が周期的に、かつ鋸歯状に 2π ずつ変化している。位相が0から -2π にかわる一周をゾーンと呼ぶことにする。ゾーンの半径 R_m は次式で与えられる。

【0019】

※ように各輪帯状電極に印加する電圧を制御する。これを図2(b)及び図2(c)を用いて具体的に説明する。

【0020】図2(b)は焦点距離 f_b の場合の輪帯状電極106とそれぞれの電極に印加される電圧の分布を示したものである。わかりやすくするために、レンズの一部だけを取り出して描いている。横軸はレンズの半径 R 方向を示しており、 O はレンズの中心である。201は電圧分布を示している。

【0021】ゾーンの半径 R_{mb} 、 R_{mb+1} は式(1)より、

★ f_b の場合の輪帯状電極106とそれぞれの電極に印加される電圧の分布を示した。図2(b)と同様にレンズの一部だけを取り出して描いている。横軸はレンズの半径 R 方向を示しており、 O はレンズの中心である。202は電圧分布を示している。

【0023】焦点距離 f_c に対応するゾーンの半径 R_{mc} 、 R_{mc+1} は式(1)より、

☆40大きさ以下にはならないので、最内周の輪帯状電極111の半径は、その他の輪帯状電極の幅ほどには小さくする必要はない。

【0026】(実施例2)本実施例における可変焦点レンズは、実施例1と同様にブレース型フレネルレンズであるが、図3に示すように輪帯状電極301が楕円パターンである。図3は輪帯状電極の平面図であり、見やすくするために図の電極数は実際より少なく描いてある。実施例1のレンズとは輪帯状電極と電極引き出し線の平面的な形状が異なるだけである。

【0027】楕円パターンを有するフレネルレンズの焦

点距離は図のY方向とX方向とで異なる。従って、輪帯状電極301に印加する電圧パターンを変えることにより、Y方向の焦点距離とX方向の焦点距離を変えることができる。

【0028】(実施例3)本実施例における可変焦点レンズは、実施例1、実施例2と同様に位相の周期構造によってレンズ作用を持つフレネルレンズであるが、その中でもバイナリ型フレネルレンズと呼ばれているものである。図4を用いて本実施例における可変焦点レンズの*

$$R_n = (n\lambda f + (n\lambda/2)^2)^{1/2} \quad \dots (4)$$

ここで、 n は整数、 λ は波長、 f は焦点距離である。つまり、レンズの焦点距離 f が決まるとゾーン的位置が決まる。従って、所望の焦点距離を実現する R_n を計算し、そのパターンに対応した輪帯状電極を選択して電圧を印加し、入射光に対する液晶の屈折率を変えて所望の位相分布をつければ、所望の焦点距離が実現できる。これを図4(b)及び図4(c)を用いて具体的に説明する。

※

$$R_{nb} = (n_b \lambda f_b + (n_b \lambda/2)^2)^{1/2} \quad \dots (5-1)$$

$$R_{nb+1} = ((n_b + 1) \lambda f_b + ((n_b + 1) \lambda/2)^2)^{1/2} \quad \dots (5-2)$$

である。 R_{nb} と R_{nb+1} の間の位相を π だけ変えるためには、入射光に対する液晶の屈折率を変えれば良く、これは、 E_{nb1} から E_{nb2} の間の輪帯状電極に印加する電圧を変えれば実現できる。式(4)で決まるパターンに従ってレンズの中心Oからレンズ最外周へ向かって輪帯状電極を選択して電圧を印加し、所望の位相分布を形成する。

【0033】一方、図4(c)には焦点距離 f_c (\neq ★

$$R_{nc} = (n_c \lambda f_c + (n_c \lambda/2)^2)^{1/2} \quad \dots (6-1)$$

$$R_{nc+1} = ((n_c + 1) \lambda f_c + ((n_c + 1) \lambda/2)^2)^{1/2} \quad \dots (6-2)$$

である。 R_{nc} と R_{nc+1} の間の位相を π だけ変えるためには、 E_{nc1} から E_{nc2} の間の輪帯状電極に印加する電圧を変えれば良い。

【0035】以上のようにして、適当な輪帯状電極を選択して電圧を印加し、入射光に対する液晶の屈折率を変えて必要な位相分布を作り出すことによって焦点距離を変えることができる。

【0036】レンズの透過率は、実施例1のブレース型フレネルレンズの方が本実施例のバイナリ型フレネルレンズより高い。

【0037】以上、本発明の焦点可変レンズの実施例を説明したが、本発明の可変焦点レンズは、光ディスク用光学ヘッドのレンズ、レーザビームプリンタ用のレンズ、あるいは眼鏡レンズへの応用が可能である。また、輪帯状電極と引き出し電極を異なる層で構成し、それぞれの電極の間を絶縁膜で埋めて平坦化する構造は、反射型の焦点可変ミラーにも適用が可能である。

【0038】なお、輪帯状電極によって非球面レンズに☆50

*動作を説明する。

【0029】軸対称のプラスレンズの位相分布を図4(a)に示す。横軸はレンズの半径 R を表しており、縦軸は位相を表している。レンズの中心Oからレンズ外周に向かって位相が周期的に π ずつ変化している。位相が0から $-\pi$ に変わる一周をゾーンと呼ぶことにする。位相が変化する半径 R_n は次式で与えられる。

【0030】

※【0031】図4(b)は焦点距離 f_b の場合の輪帯状電極106とそれぞれの電極に印加される電圧の分布を示したものである。わかりやすくするために、レンズの一部だけを取り出して描いている。横軸はレンズの半径 R 方向を示しており、Oはレンズの中心である。401は電圧分布を示している。

【0032】位相を反転させる半径 R_{nb} 、 R_{nb+1} は式(4)より、

★ f_b の場合の輪帯状電極106とそれぞれの電極に印加される電圧の分布を示した。図4(b)と同様にレンズの一部だけを取り出して描いている。横軸はレンズの半径 R 方向を示しており、Oはレンズの中心である。402は電圧分布を示している。

【0034】位相を反転させる半径 R_{nc} 、 R_{nc+1} は式(4)より、

☆相当するゾーンパターンを形成することにより、収差のコントロールも可能になる。

【0039】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、電極引き出し線を輪帯状電極とは異なる面に形成することにより、欠落のない輪帯状電極を形成できるという効果を有する。

【0040】従って、良好な結像特性を得ることができるという効果を有する。

【0041】また、電極引き出し線と、この電極引き出し線と輪帯状電極とを接続する接続部と、輪帯状電極とを順次積層し、各層において導体間をこれらの導体と同じ厚みの透明絶縁膜で埋めることによって、段差をなくして導体の断線が防げると共に、不要な回折光の発生が抑えられるという効果を有する。

【0042】また、輪帯状電極の幅を、最内周の電極以外の部分において等間隔にすることにより、任意の位相分布を形成できるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の可変焦点レンズの構成を示す図である。(a)は断面図。(b)は電極だけを描いた平面図。(a)は(b)のA-B断面。

【図2】 本発明の可変焦点レンズの第1の実施例における可変焦点レンズの動作を説明する図である。(a)はレンズの位相分布を示す図。(b)は焦点距離 f_b の場合に輪帯状電極に印加される電圧の分布を示す図。(c)は焦点距離 f_c の場合に輪帯状電極に印加される電圧の分布を示す図。

【図3】 本発明の可変焦点レンズの第2の実施例における輪帯状電極のパターンを示す平面図である。

【図4】 本発明の可変焦点レンズの第3の実施例における可変焦点レンズの動作を説明する図である。(a)はレンズの位相分布を示す図。(b)は焦点距離 f_b の場合に輪帯状電極に印加される電圧の分布を示す図。

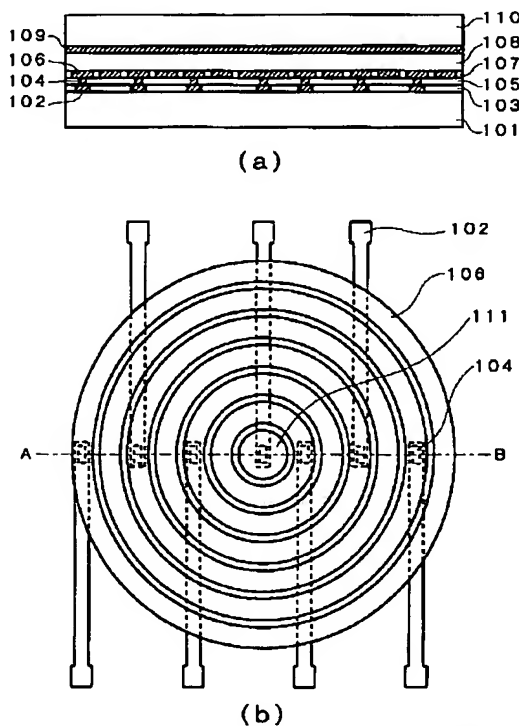
(c)は焦点距離 f_c の場合に輪帯状電極に印加される電圧の分布を示す図。

【図5】 従来の可変焦点レンズにおける電極パターンを示す図である。

【符号の説明】

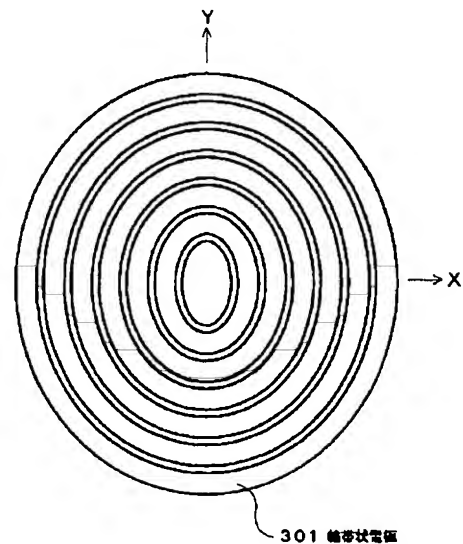
- 101、110 ガラス基板
 102 電極引き出し線
 103、105、107 透明絶縁膜
 104 接続部
 106 輪帯状電極
 108 液晶
 109 共通電極
 111 最内周の輪帯状電極
 201、202 電圧分布
 R_m 、 R_{m+1} 、 R_{mb} 、 R_{mb+1} 、 R_{mc} 、 R_{mc+1} ゾーン半径
 E_{mb1} 、 E_{mb2} 、 E_{mc1} 、 E_{mc2} 輪帯状電極
 O レンズの中心
 R 半径
 301 輪帯状電極
 401、402 電圧分布
 R_n 、 R_{n+1} 、 R_{nb} 、 R_{nb+1} 、 R_{nc} 、 R_{nc+1} 半径
 E_{nb1} 、 E_{nb2} 、 E_{nc1} 、 E_{nc2} 輪帯状電極
 501 電極パターン
 502 電極引き出し線

【図1】

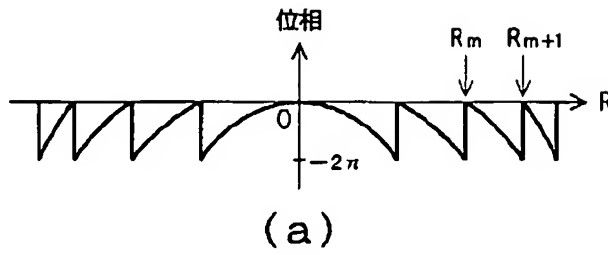


- 101, 110 ガラス基板
 102 電極引き出し線
 104 接続部
 106 輪帯状電極
 108 液晶
 109 共通電極
 103, 105, 107 透明絶縁膜

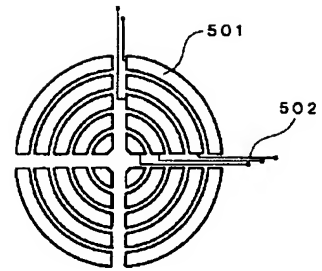
【図3】



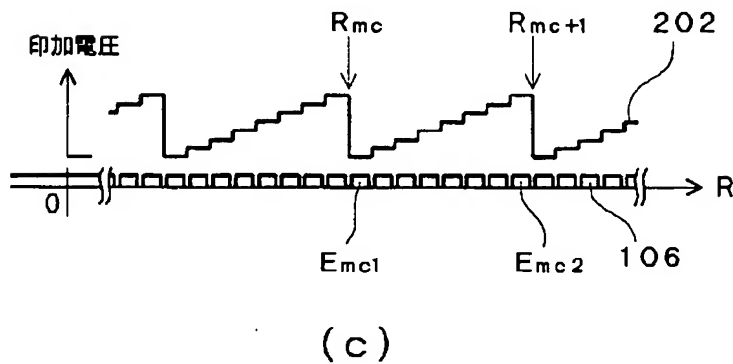
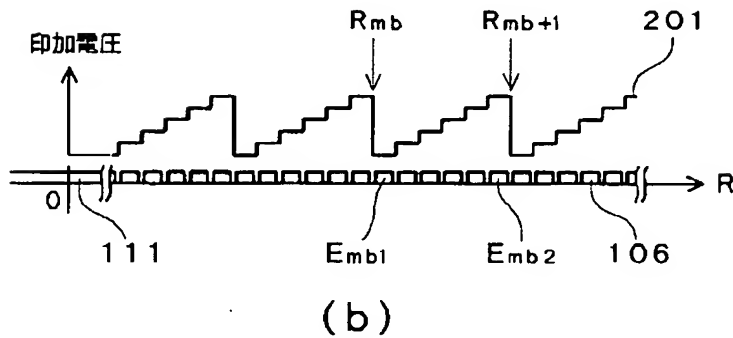
【図2】



【図5】

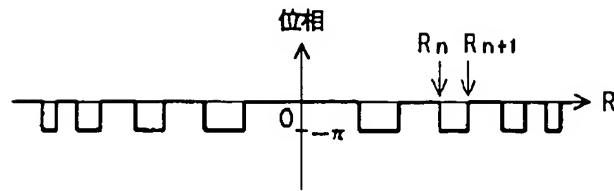


501 電極
502 電極引き出し線

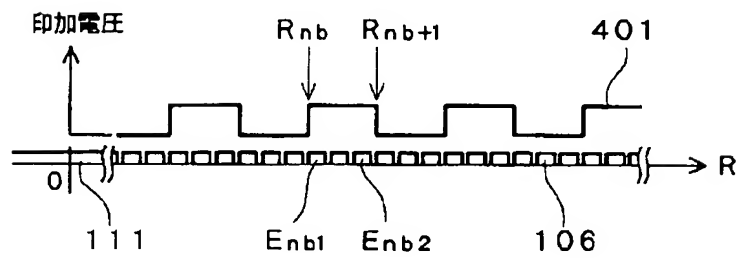


0 レンズ中心
R 半径
106 輪帯状電極
201, 202 電圧分布

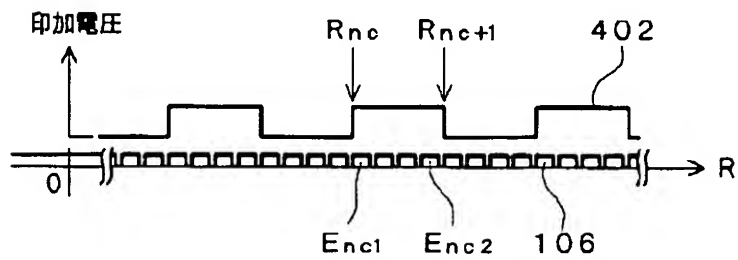
【図4】



(a)



(b)



(c)

0 レンズ中心
 R 半径
 106 輪帯状電極
 401, 402 電圧分布